INFRASTRUCTURE ITALIA LAND 5 Srl
Via del Bosco Rinnovato, 6
20057 Assago (Milano)

Nuovo Data Center Vignate (MI)

Life Cycle Assessment Report

Realizzazione nuovo Data Center
Vignate (MI)

Documento: 4025 LD NT NG 01 Life Cycle Assessment Report

Data
24/10/2024

Il Tecnico

Arch. Marco Amosso
Lombardini22 SpA

L22

SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE LCA	3
2.	DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO	4
3.	METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA	5
3.1.	Software	5
3.2.	Quadro normativo	5
3.3.	System Boundary	6
3.4.	Categorie di impatto	8
4.	ANALISI LCA di MIL05A	9
4.1.	Dati iniziali	9
4.2.	Fonte dei dati	9
4.3.	Strategia	10
5.	RISULTATI LCA di MIL05A	11
5.1.	Riepilogo dei risultati LCA	11
5.2.	Grafici	12
5.2.1.	Grafico 1: Global warming potential (GWP) per fase del ciclo di vita	12
5.2.2.	Grafico 2: Global warming potential (GWP) per elemento costruttivo	12
5.2.3.	Grafico 3: Ozone depletion potential (ODP) per fase del ciclo di vita	13
5.2.4.	Grafico 4: Ozone depletion potential (ODP) per elemento costruttivo	13
5.2.5.	Grafico 5: Acidification potential (AP) per fase del ciclo di vita	14
5.2.6.	Grafico 6: Acidification potential (AP) per elemento costruttivo	14
5.2.7.	Grafico 7: Eutrophication potential (EP) per fase del ciclo di vita	15
5.2.8.	Grafico 8: Eutrophication potential (EP) per elemento costruttivo	15
5.2.9. vita	Grafico 9: Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) per fase del ciclo di	16
5.2.10. costruttivo	Grafico 9: Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) per elemento	16
5.3.	Considerazioni finali	17

L22

1. INTRODUZIONE LCA

La valutazione del ciclo di vita (LCA) è un metodo utilizzato per valutare gli impatti ambientali di un prodotto, di un processo o di un'attività durante il suo intero ciclo di vita, dall'estrazione delle materie prime allo smaltimento. Aiuta le parti interessate a identificare le aree di miglioramento, a minimizzare gli oneri ambientali e a prendere decisioni verso la sostenibilità. L'LCA considera fasi come l'estrazione delle risorse, la produzione, il trasporto, l'uso e lo smaltimento/riciclaggio e inoltre promuove la trasparenza, la responsabilità e l'innovazione, guidando gli sforzi verso un futuro più sostenibile.
L'LCA, inoltre, analizza il consumo di energia, le emissioni e la produzione di rifiuti, consentendo il confronto tra prodotti o processi diversi, permettendo alle parti interessate di valutare i compromessi e prendere decisioni. Che si tratti di valutare l'impatto ambientale dei materiali di imballaggio, dei metodi di produzione dell'energia o dei sistemi di trasporto, l'LCA offre un quadro standardizzato per condurre valutazioni obiettive e promuovere un miglioramento continuo verso pratiche più sostenibili.

Per chiarire, il **settore delle costruzioni** contribuisce al **39% delle emissioni globali di anidride carbonica di cui l'11%** di questa quota è legata alla fase di produzione dei materiali **(embodied carbon) mentre il 28%** è legata all'energia operativa **(operational carbon).**
È urgente che le aziende inizino ad adottare un approccio circolare al settore delle costruzioni per ridurre le emissioni di carbonio e l'uso di risorse. La produzione della maggior parte dei componenti edilizi richiede grandi quantità di risorse materiali ed energetiche, di conseguenza la necessità di migliorarne l'efficienza aumenterà di pari passo con la crescita della domanda. L'economia circolare rappresenta un modo per superare la contraddizione tra crescita economica e sostenibilità ambientale, passando dall'attuale modello di business lineare (prendere, produrre, usare e smaltire) a un modello di business circolare (ridurre, riutilizzare, riciclare e recuperare).

Pertanto, l'attenzione deve essere rivolta a ridurre radicalmente le emissioni associate alla progettazione, alla costruzione e al funzionamento degli edifici e life cycle assessment rappresenta il mezzo per comprenderne e valutarne l'impatto ambientale.
La categoria di impatto più comunemente trattata dall'LCA è il potenziale di riscaldamento globale, noto anche come impronta di carbonio che quantifica l'impatto dei gas serra sul pianeta. Altre categorie di impatto comuni sono la riduzione dell'ozono, l'acidificazione, l'eutrofizzazione e la formazione di smog.

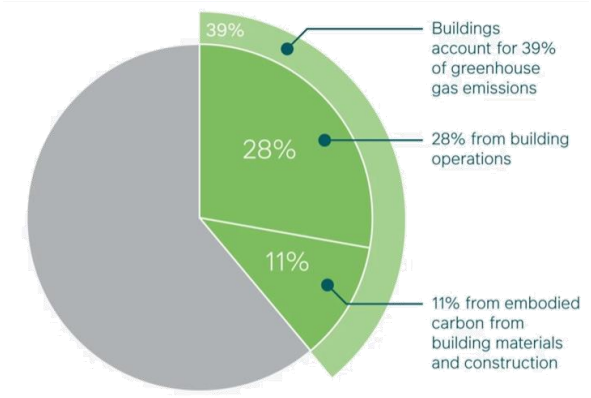
39%
Buildings account for 39% of greenhouse gas emissions
28%
28% from building operations
11%
11% from embodied carbon from building materials and construction

Figura 1 - Quota emissioni di carbonio provenienti dal settore delle costruzioni

L22

2. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

La relazione LCA in oggetto verte sulla valutazione degli impatti ambientali durante il ciclo di vita per **l'intervento di nuova costruzione** adibito a Data Center sito a Vignate (MI) in via Galileo Galilei.
Il progetto prevede l'insediamento di un nuovo sito produttivo da destinarsi a **Data Center**. In accordo a quanto rappresentato negli elaborati grafici, il nuovo complesso immobiliare prevede la realizzazione di un edificio ad uso Data Center provvisto di **un blocco destinato ad uffici e uno destinato alle sale dati, nonché di locali esterni di supporto come guardiania, locale rifiuti, locali pompe antincendio, ecc**
Il polo tecnologico ipotizzato dal soggetto proponente ha come funzione principale quella di Data Center, ovvero un sito industriale con la presenza di "Sale Dati" dove si sviluppa il processo digitale, (stoccaggio, processamento e trattamento di dati digitali).
Il Data Center in progetto prevede l'insediamento di circa **48 MW di potenza** IT di stoccaggio e gestione dati, a supporto degli obiettivi strategici di digitalizzazione dei servizi alla persona e dei processi produttivi.

L22

3. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA

3.1. Software

L'analisi è stata effettuata con il software **One Click LCA**. Il software possiede 11 certificazioni di terze parti ed è conforme a oltre 30 certificazioni e standard per la valutazione del ciclo di vita ed il calcolo dei costi del ciclo di vita, comprese tutte le versioni di LEED e BREEAM. Il software include database globali e locali curati e verificati. L'elenco aggiornato dei database integrati è disponibile all'indirizzo: https://www.oneclicklca.com/support/faq-and-guidance/documentation/database/.

One Click LCA è stato verificato da ITB per la conformità ai seguenti standard LCA: EN 15978, ISO 21931-1 e ISO 21929, e ai requisiti dei dati di ISO 14040 e EN 15804. La documentazione completa sulla conformità è disponibile all'indirizzo:
https://www.oneclicklca.com/support/faq-and-guidance/documentation/compliancy-and certifications/.

ITB è un'organizzazione di certificazione e un Organismo Notificato (registrazione CE n. 1488) della Commissione Europea designato per la certificazione dei prodotti da costruzione. Il Consiglio di accreditamento polacco assicura l'indipendenza e l'imparzialità dei servizi ITB (i certificati di accreditamento sono: AB 023, AC 020, AC 072, AP 113). Le attività di ITB sono condotte in conformità ai requisiti dei seguenti standard di garanzia: ISO 9001, ISO/IEC 27001, ISO/IEC 17025, EN 45011 e ISO/IEC 17021.
Lo strumento supporta la metodologia di caratterizzazione CML e la metodologia di caratterizzazione TRACI. Tutti gli insiemi di dati presenti nello strumento sono conformi agli standard ISO 14040/14044 e alla norma EN 15804.

3.2. Quadro normativo

Il Life Cycle Assessment viene eseguito in base a standard internazionali.
In particolare, tutte le valutazioni del ciclo di vita di edifici e opere di ingegneria civile fornite dalla piattaforma One Click LCA sono conformi ai seguenti **standard internazionali**:

ISO 14040	Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
ISO 14044	Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.
ISO 21930	Sostenibilità negli edifici e nelle opere di ingegneria civile - Regole fondamentali per le dichiarazioni ambientali di prodotto dei prodotti e dei servizi da costruzione.

Gli strumenti della piattaforma LCA One Click utilizzati in ambito europeo sono conformi ai seguenti **standard europei**:

L22

EN 15978	Sostenibilità delle opere di costruzione - Valutazione delle prestazioni ambientali degli edifici - Metodo di calcolo.
EN 15804+A1	Sostenibilità delle opere di costruzione - Dichiarazioni ambientali di prodotto - Regole fondamentali per la categoria dei prodotti da costruzione.

3.3. System Boundary

La norma internazionale ISO 21930 e la norma europea EN 15804 definiscono un modello comune di ciclo di vita per le opere edili e di costruzione. Il modello del ciclo di vita comprende definizioni modulari per le fasi del ciclo di vita, che consentono di confrontare ciascuna fase in modo isolato con altri progetti.
Le informazioni sulle fasi del prodotto (A1-A3) sono sempre rappresentate in modo combinato per le valutazioni a livello di edificio, così come le fasi di fine vita (C1-C4) nella maggior parte dei casi. A seconda dello scopo della LCA, altre fasi possono essere omesse o sostituite con uno scenario in mancanza di informazioni dettagliate.
La scelta del system boundary varia a seconda del livello di dettaglio richiesto dallo studio, principalmente esistono **quattro tipologie di system boundary:**

- **Cradle to Grave** (dalla culla alla tomba);
- Cradle to cradle (dalla culla alla culla) Include la fase di riciclo e riuso;
- Cradle to gate (dalla culla al cancello) Viene esclusa la fase di utilizzo;
- Gate to gate (dal cancello al cancello) Sola fase di fabbricazione e assemblaggio.

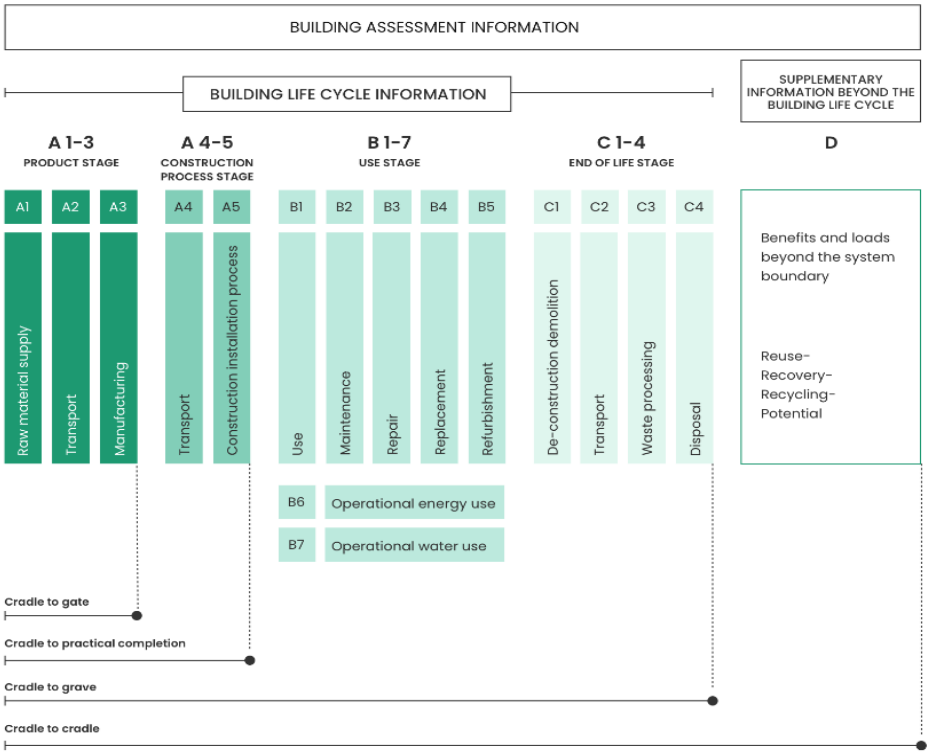

Figura 2 Informazioni sul ciclo di vita dell'edificio e fasi del ciclo di vita

Il system boundary considerato per l'analisi **LCA di MIL05** è **Cradle-to-grave**. Infatti, sono stati considerati gli impatti ambientali dalla culla alla tomba associati a tutte le fasi del ciclo di vita dei materiali da costruzione, come definito nelle sezioni A-1 - A-5, B-1 - B-7 e C-1 - C-4.
Di seguito viene fornita una descrizione delle fasi considerate nella presente valutazione:

- **A1-A3 Materiali da costruzione:** fornitura di materie prime (A1) comprende le emissioni generate quando le materie prime vengono estratte, trasportate alle unità industriali per la lavorazione e trasformate. Si tiene conto anche della perdita di materie prime e di energia. Gli impatti del trasporto (A2) comprendono le emissioni di scarico derivanti dal trasporto di tutte le materie prime dai fornitori all'impianto di produzione del produttore, nonché gli impatti della produzione di combustibili. Gli impatti della produzione (A3) riguardano la fabbricazione dei materiali di produzione e dei combustibili utilizzati dalle macchine, nonché la gestione dei rifiuti formatisi nei processi di produzione presso gli impianti di produzione del produttore fino allo stato di end-of-waste.
- **A4 Trasporto al cantiere:** comprende le emissioni di gas di scarico derivanti dal trasporto del prodotto edilizio dallo stabilimento di produzione del produttore al cantiere, nonché gli impatti ambientali della produzione del combustibile usato;
- **A5 Processo di installazione della costruzione:** include l'energia e le emissioni associate all'assemblaggio e all'installazione in loco dei componenti dell'edificio. I processi che hanno luogo durante questa fase possono variare da semplici attività come la verniciatura e il cablaggio ad attività più energivore come la saldatura e il getto di calcestruzzo;
- **B1-B5 Manutenzione e sostituzione dei materiali:** gli impatti ambientali della manutenzione e delle sostituzioni di materiali (B1-B5) comprendono gli impatti ambientali derivanti dalla sostituzione dei prodotti edilizi al termine della loro vita utile. Le emissioni coprono gli impatti derivanti dall'approvvigionamento delle materie prime, dal trasporto e dalla produzione del nuovo materiale da sostituire, nonché gli impatti derivanti dalla produzione del materiale da sostituire e dalla gestione dei rifiuti fino allo stato di end-of-waste;
- **B6 Consumo energetico operativo:** comprende gli impatti ambientali associati al consumo energetico operativo dell'edificio. Questa fase valuta l'energia richiesta per il riscaldamento, il raffreddamento, l'illuminazione e altre funzioni durante l'uso dell'edificio.
- **B7 Consumo idrico operativo**: comprende gli impatti ambientali associati ai consumi idrici nell'edificio, dall'acqua del rubinetto all'acqua utilizzata negli elettrodomestici e in tutti i sistemi installati che utilizzano l'acqua per il loro funzionamento.
- **C1-C4 Decostruzione**: gli impatti della decostruzione comprendono gli impatti del trattamento dei flussi di rifiuti da costruzione riciclabili per il riciclaggio (C3) fino alla fase finale dei rifiuti o

gli impatti del pre-trattamento e dello smaltimento in discarica per i flussi di rifiuti che non possono essere riciclati (C4) in base al tipo di materiale. Inoltre, gli impatti della decostruzione includono le emissioni causate dal recupero energetico dei rifiuti.

3.4. Categorie di impatto

I risultati dell'LCA si ottengono con una metodologia chiamata caratterizzazione, che descrive l'impatto ambientale di una determinata emissione. One Click LCA implementa più metodologie di caratterizzazione. Quando non è richiesta alcuna metodologia specifica, One Click LCA implementa per i clienti europei la metodologia di caratterizzazione CML 4.1. IA (come stabilito dalla norma EN 15804+A1).
Altre categorie di impatto seguono i requisiti dei rispettivi sistemi o strumenti di certificazione.

L'analisi **LCA di MIL05** è stata effettuata attraverso le seguenti **cinque categorie di impatto**:

Impact category	Unit(s)	Description
Global warming potential	kgCO2 eq	Descrive i cambiamenti nelle temperature superficiali locali, regionali o globali causati dall'aumento della concentrazione di gas serra nell'atmosfera. Le emissioni di gas serra derivanti dalla combustione di combustibili fossili sono fortemente correlate all'acidificazione e allo smog. Si chiama "Carbon footprint".
Acidification potential	kgSO2 eq	Descrive l'effetto acidificante delle sostanze presenti nell'ambiente. Sostanze come l'anidride carbonica si dissolvono facilmente nell'acqua, aumentandone l'acidità e causando danni agli ecosistemi acquatici.
Eutrophication potential	kgPO4-eq	Descrive l'effetto dell'aggiunta di nutrienti minerali al suolo o all'acqua, che porta alcune specie a dominare un ecosistema, compromettendo la sopravvivenza di altre specie e talvolta provocando la morte di intere popolazioni animali.
Ozone depletion potential	kgCFC11eq	Descrive l'effetto delle sostanze presenti nell'atmosfera di degradare lo strato di ozono, che assorbe e impedisce ai raggi UV solari nocivi di raggiungere la superficie terrestre.
Formation of ozone of lower atmosphere ("tropospheric")	kgC2H4eq	Descrive l'effetto delle sostanze presenti nell'atmosfera che creano lo smog fotochimico. Conosciuto anche come smog estivo.

L22

4. ANALISI LCA DI MIL05A

4.1. Dati iniziali

Nella tabella seguente sono sintetizzati i **parametri chiave** dell'analisi LCA condotta per il Data Center MIL05

Parametro	Descrizione
Tipo di edificio	Data Center
GIFA	28.578 mq
Vita utile richiesta	50 anni per l'edificio
Tipo di intervento	Intervento di nuova costruzione
System boundary	Cradle to Grave
Metodo di valutazione	Levels valutazione del ciclo di vita (+A1) -> dati CML (EN15804+A1)

4.2. Fonte dei dati

L'analisi è stata condotta basandosi sulle seguenti fonti di dati:

Tipo di dati	Fonte dei dati
Quantità di materiale (A1-A3)	Sono state considerate le quantità precise di tutti i materiali. Le quantità dei materiali sono state calcolate in base ai disegni di progetto, ai computi metrici estimativi e ai modelli BIM.
Distanze di trasporto del materiale (A4)	Scenari di trasporto applicabili a livello regionale da One Click LCA. Rappresentano le distanze e i metodi di trasporto tipici della regione per i tipi di prodotto, che sono rilevanti quando non vengono prese decisioni sui fornitori.
Costruzione e installazione (A5)	Gli impatti si basano sui valori predefiniti conservativi di One Click LCA.
Impatti materiali in uso (B1-B5)	Le vite utili dei materiali si basano sui valori tipici dei materiali in questione, che sono stati esaminati per verificarne la pertinenza con il progetto. I valori sono stati adattati dove necessario. Le attività di manutenzione e riparazione dei materiali non sono state incluse nell'ambito; si è ipotizzato che i materiali vengano sostituiti integralmente al termine della loro vita utile.
Consumo energetico della fase d'uso (B6)	Gli impatti si basano sull'analisi energetica dettagliata eseguita per questo progetto.
Fase di utilizzo acqua consumo di acqua (B7)	Gli impatti sono stati omessi da questa analisi.
Impatti a fine vita (C1-C4)	Gli impatti di fine vita sono basati sugli scenari di One Click LCA che rappresentano il tipico processo di fine vita per i tipi di materiali in conformità con i requisiti della norma EN 15804+A1.

L22

4.3. Strategia

Le emissioni dovute all'embodied carbon sono legate al processo di produzione e costruzione dell'edificio, creando un impatto ambientale immediato, diretto e irreversibile nel breve periodo. Per tale motivo, sono state adottate le seguenti **strategie sostenibili** per limitare fin da subito le emissioni globali, accelerando i progressi verso gli obiettivi di sostenibilità:

- **Selezione di materiali a basso impatto:** Sono stati scelti materiali a basso impatto ambientale, certificati con EPD e con alto contenuto di riciclato, in alternativa a quelli tradizionalmente impiegati nel settore delle costruzioni. Materiali con certificazione EPD forniscono informazioni dettagliate sull'impatto ambientale dei prodotti, consentendo di fare scelte informate che minimizzano le emissioni di carbonio. Inoltre, i materiali con un alto contenuto di riciclato richiedono generalmente meno energia per essere prodotti rispetto ai materiali vergini, poiché il processo di recupero e lavorazione dei materiali riciclati è spesso meno energivoro;

- **Scelta del sistema costruttivo:** Si è optato principalmente per strutture in acciaio invece del calcestruzzo gettato in opera. La produzione di calcestruzzo genera emissioni significative di gas serra, principalmente a causa della produzione di cemento, che rappresenta circa l'8% delle emissioni globali. Al contrario, la produzione di acciaio è responsabile di circa il 6% delle emissioni globali e ha il vantaggio di poter essere riciclato più volte senza perdita di qualità, contribuendo così a una riduzione significativa delle emissioni associate alla produzione di nuovo acciaio;

- **Utilizzo di tecnologie costruttive avanzate:** Sono stati adottati sistemi prefabbricati o a secco rispetto a quelli in opera o tradizionali. Il prefabbricato permette di ridurre gli sprechi e gli scarti rispetto alla costruzione in opera. Inoltre, permettono di ridurre i tempi di costruzioni e di conseguenza le emissioni dovute alla manodopera;

- **Approvvigionamento locale:** sono stati privilegiati i materiali prodotti localmente. Questa scelta comporta una riduzione significativa delle emissioni andando a ridurre le distanze di trasporto, le quali rappresentano una parte significativa dell'embodied carbon totale di un progetto. Inoltre, i materiali locali possono essere più facilmente riutilizzati o riciclati, favorendo un approccio circolare che contribuisce a ridurre l'embodied carbon complessivo di un progetto.

L22

5. RISULTATI LCA DI MIL05A

5.1. Riepilogo dei risultati LCA

I risultati dell'analisi LCA condotta per il data center MIL05 sono sintetizzati di seguito.
La tabella evidenzia la **quantificazione dell'impatto ambientale totale**, attribuibile:

- alla costruzione e dismissione dell'edificio e al ciclo di vita dei materiali utilizzati (Embodied Carbon);
- alle fasi di utilizzo e gestione dell'edificio (Operational Carbon).

EMBODIED CARBON						
Fasi		**Impact category**				
		Global warming	Ozone Depletion	Acidification	Eutrophication	Formation of ozone
		kg CO2e	kg CFC11e	kg SO2e	kg PO4e	kg Ethenee
A1-A3	Materiali da costruzione	$1{,}61 \times 10^{7}$	1,03	$5{,}23 \times 10^{4}$	$1{,}57 \times 10^{4}$	$4{,}77 \times 10^{3}$
A4	Trasporto al cantiere	$6{,}00 \times 10^{5}$	$1{,}05 \times 10^{-1}$	$1{,}33 \times 10^{3}$	$2{,}81 \times 10^{2}$	7,66 x10
A5	Costruzione e installazione	$7{,}62 \times 10^{5}$	$4{,}86 \times 10^{-2}$	$2{,}59 \times 10^{3}$	$7{,}49 \times 10^{2}$	$2{,}21 \times 10^{2}$
B1-B5	Manutenzione e sostituzione dei materiali	$1{,}78 \times 10^{6}$	$8{,}70 \times 10^{-2}$	$5{,}22 \times 10^{3}$	$1{,}24 \times 10^{3}$	$7{,}53 \times 10^{2}$
C1-C4	Fine vita	$9{,}77 \times 10^{5}$	$1{,}04 \times 10^{-1}$	$2{,}44 \times 10^{3}$	$4{,}96 \times 10^{2}$	5,51 x10
OPERATIONAL CARBON						
Fasi		**Impact category**				
		Global warming	Ozone Depletion	Acidification	Eutrophication	Formation of ozone
		kg CO2e	kg CFC11e	kg SO2e	kg PO4e	kg Ethenee
B6	Consumo energetico della fase d'uso	$1{,}72 \times 10^{10}$	$1{,}34 \times 10^{3}$	$7{,}07 \times 10^{7}$	$1{,}39 \times 10^{7}$	$2{,}83 \times 10^{6}$

5.2. Grafici

5.2.1. Grafico 1: Global warming potential (GWP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di riscaldamento globale (GWP) per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle emissioni di GWP.

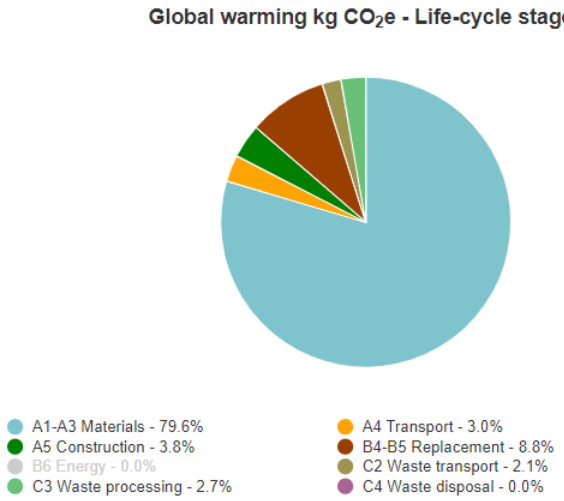
Global warming kg CO_2e - Life-cycle stages
A1-A3 Materials - 79.6%
A4 Transport - 3.0%
A5 Construction - 3.8%
B4-B5 Replacement - 8.8%
B6 Energy - 0.0%
C2 Waste transport - 2.1%
C3 Waste processing - 2.7%
C4 Waste disposal - 0.0%

Figura 3 - GWP per fase del ciclo di vita

5.2.2. Grafico 2: Global warming potential (GWP) per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di riscaldamento globale (GWP) per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili delle emissioni di GWP.

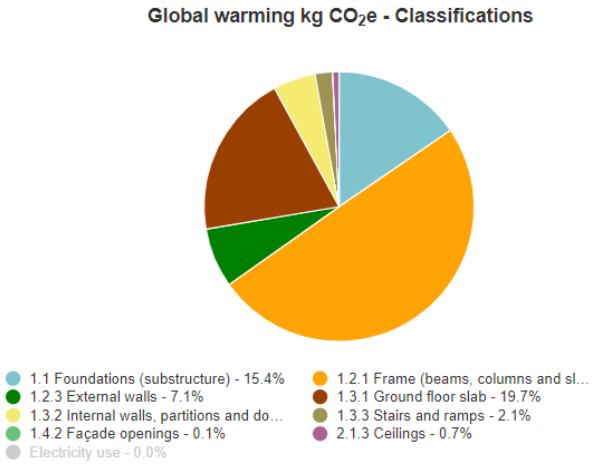
Global warming kg CO_2e - Classifications
1.1 Foundations (substructure) - 15.4%
1.2.1 Frame (beams, columns and sl...
1.2.3 External walls - 7.1%
1.3.1 Ground floor slab - 19.7%
1.3.2 Internal walls, partitions and do...
1.3.3 Stairs and ramps - 2.1%
1.4.2 Façade openings - 0.1%
2.1.3 Ceilings - 0.7%
Electricity use - 0.0%

Figura 4 - GWP per elemento costruttivo

L22

5.2.3. Grafico 3: Ozone depletion potential (ODP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di eliminazione dell'ozono (ODP) per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili.

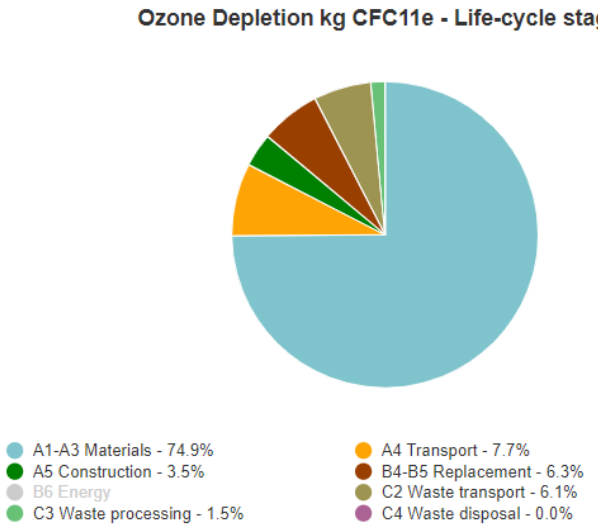
Ozone Depletion kg CFC11e - Life-cycle stages
A1-A3 Materials - 74.9%
A4 Transport - 7.7%
A5 Construction - 3.5%
B4-B5 Replacement - 6.3%
B6 Energy
C2 Waste transport - 6.1%
C3 Waste processing - 1.5%
C4 Waste disposal - 0.0%

Figura 5 - ODP per fase del ciclo di vita

5.2.4. Grafico 4: Ozone depletion potential (ODP) per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di eliminazione dell'ozono (ODP) per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili.

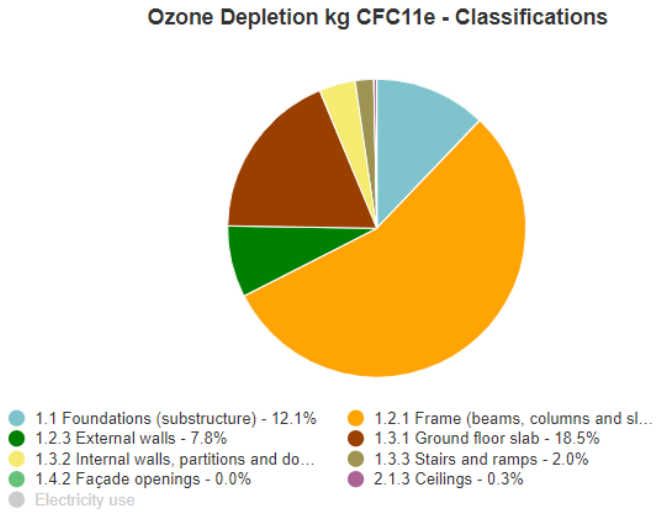
Ozone Depletion kg CFC11e - Classifications
1.1 Foundations (substructure) - 12.1%
1.2.1 Frame (beams, columns and sl...
1.2.3 External walls - 7.8%
1.3.1 Ground floor slab - 18.5%
1.3.2 Internal walls, partitions and do...
1.3.3 Stairs and ramps - 2.0%
1.4.2 Façade openings - 0.0%
2.1.3 Ceilings - 0.3%
Electricity use

Figura 6 - ODP per elemento costruttivo

5.2.5. Grafico 5: Acidification potential (AP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di acidificazione (AP) per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle emissioni di ossidi di zolfo.

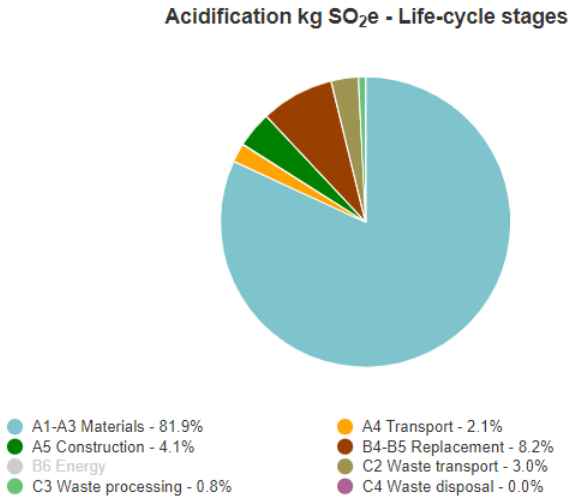
Acidification kg SO2e - Life-cycle stages
A1-A3 Materials - 81.9%
A4 Transport - 2.1%
A5 Construction - 4.1%
B4-B5 Replacement - 8.2%
B6 Energy
C2 Waste transport - 3.0%
C3 Waste processing - 0.8%
C4 Waste disposal - 0.0%

Figura 7 - AP per fase del ciclo di vita

5.2.6. Grafico 6: Acidification potential (AP) per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il il potenziale di acidificazione (AP) per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili delle emissioni di ossidi di zolfo.

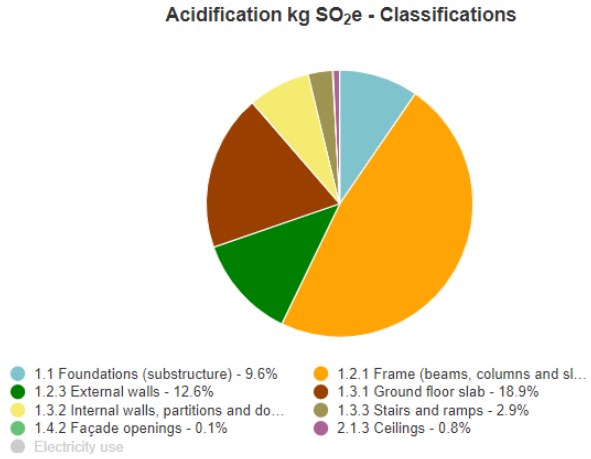
Acidification kg SO2e - Classifications
1.1 Foundations (substructure) - 9.6%
1.2.1 Frame (beams, columns and sl...
1.2.3 External walls - 12.6%
1.3.1 Ground floor slab - 18.9%
1.3.2 Internal walls, partitions and do...
1.3.3 Stairs and ramps - 2.9%
1.4.2 Façade openings - 0.1%
2.1.3 Ceilings - 0.8%
Electricity use

Figura 8 - AP per elemento costruttivo

5.2.7. Grafico 7: Eutrophication potential (EP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di eutrofizzazione (EP) per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle emissioni gassose che comportano il rilascio di fosfati.

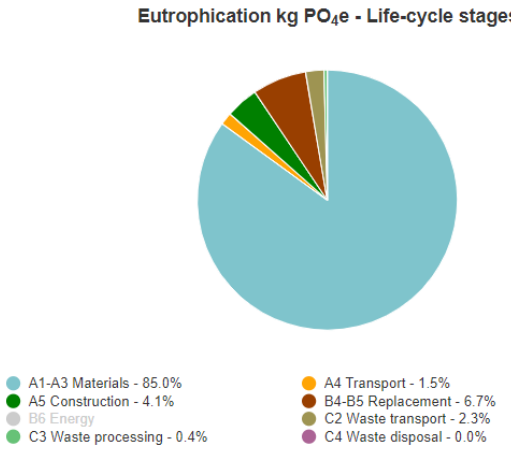
Eutrophication kg PO4e - Life-cycle stages
A1-A3 Materials - 85.0%
A4 Transport - 1.5%
A5 Construction - 4.1%
B4-B5 Replacement - 6.7%
B6 Energy
C2 Waste transport - 2.3%
C3 Waste processing - 0.4%
C4 Waste disposal - 0.0%

Figura 9 - EP per fase del ciclo di vita

5.2.8. Grafico 8: Eutrophication potential (EP) per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di eutrofizzazione (EP) per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili delle emissioni gassose che comportano il rilascio di fosfati.

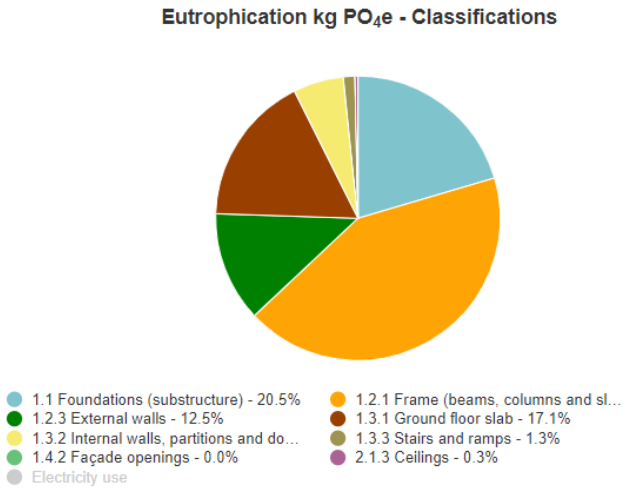
Eutrophication kg PO4e - Classifications
1.1 Foundations (substructure) - 20.5%
1.2.1 Frame (beams, columns and sl...
1.2.3 External walls - 12.5%
1.3.1 Ground floor slab - 17.1%
1.3.2 Internal walls, partitions and do...
1.3.3 Stairs and ramps - 1.3%
1.4.2 Façade openings - 0.0%
2.1.3 Ceilings - 0.3%
Electricity use

Figura 10 - EP per elemento costruttivo

L22

5.2.9. Grafico 9: Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di formazione di ozono fotochimico (POCP) per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle emissioni degli inquinanti primari, ossia ossidi di azoto e composti organici volatili.

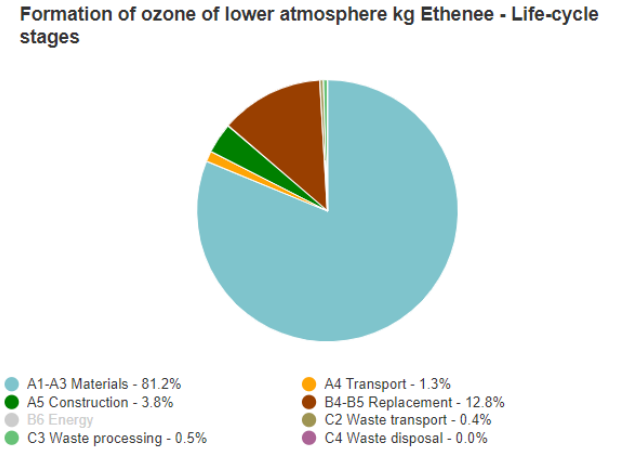
Formation of ozone of lower atmosphere kg Ethenee - Life-cycle stages
A1-A3 Materials - 81.2%
A4 Transport - 1.3%
A5 Construction - 3.8%
B4-B5 Replacement - 12.8%
B6 Energy
C2 Waste transport - 0.4%
C3 Waste processing - 0.5%
C4 Waste disposal - 0.0%

Figura 11 - POCP per fasi del ciclo di vita

5.2.10. Grafico 9: Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di formazione di ozono fotochimico (POCP) per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili delle emissioni degli inquinanti primari, ossia ossidi di azoto e composti organici volatili.

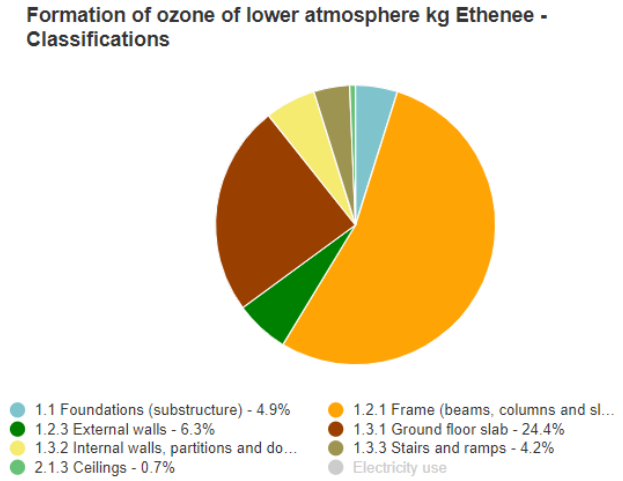
Formation of ozone of lower atmosphere kg Ethenee - Classifications
1.1 Foundations (substructure) - 4.9%
1.2.1 Frame (beams, columns and sl...
1.2.3 External walls - 6.3%
1.3.1 Ground floor slab - 24.4%
1.3.2 Internal walls, partitions and do...
1.3.3 Stairs and ramps - 4.2%
2.1.3 Ceilings - 0.7%
Electricity use

Figura 12 - POCP per elemento costruttivo

L22

5.3. Considerazioni finali

Dall'analisi condotta, è emerso che per il **Data Center MIL05** le fasi dell'embodied carbon che esercitano la maggiore influenza sulle categorie di impatto esaminate sono A1 (estrazione e produzione dei materiali), A2 (trasporto dei materiali) e A3 (produzione dell'opera). Invece, le strutture si confermano come l'elemento costruttivo con il maggiore impatto ambientale.
Alla luce di questi risultati, risulta fondamentale sottolineare **l'efficacia delle strategie adottate**, che sono state specificamente orientate verso la scelta di materiali sostenibili e l'uso di strutture in acciaio, considerate meno impattanti rispetto a quelle in calcestruzzo. Queste scelte si sono rivelate particolarmente utili, poiché miravano **a ridurre gli impatti nelle fasi e negli elementi più significativi**, come evidenziato dai grafici, confermando l'importanza di approcci progettuali consapevoli e responsabili.